

ALTERAÇÃO DA ESTRUTURA E DA MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO EM ÁREA COM APLICAÇÃO DE LODO DE ESGOTO POR SETE ANOS

Maria Fernanda C. **GROTH**¹; Isabella C. **DE MARIA**²; Adriana P.D. da **SILVEIRA**³
Nº 10.128

1. Bolsista PIBIC: Graduação em Engenharia Agrônoma, FCA - UNESP, Botucatu-SP, ✉ mfgroth@yahoo.com.br

2. Orientador: Pesquisador, CENTRO DE SOLOS E RECURSOS AMBIENTAIS - IAC, Campinas-SP

3. Pesquisador, CENTRO DE SOLOS E RECURSOS AMBIENTAIS - IAC, Campinas-SP

RESUMO

Um dos grandes problemas da atualidade tem sido a destinação final do lodo de esgoto, e uma das melhores alternativas tem sido a reciclagem agrícola, que fornece nutrientes como N, P e micronutrientes para as plantas cultivadas, e que pode agir como condicionador de solo, melhorando sua estrutura.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da aplicação continuada de lodo de esgoto, em comparação com a adubação mineral, sobre atributos físicos e químicos do solo relacionados à sua agregação.

Em um experimento instalado em 2001, em um Latossolo Vermelho eutroférico de textura argilosa com três tratamentos: L0 (adubação mineral e sem aplicação de lodo), L1 (com aplicação de 10t/ha de lodo de esgoto) e L2 (com aplicação de 10t/ha de lodo de esgoto) foram coletadas amostras e realizadas análises granulométricas e argila dispersa em água, quantificação de proteínas do solo relacionadas à glomalina (glicoproteína), além da estabilidade de agregados em água.

O lodo de esgoto mostrou-se como um bom condicionador de solo, já que melhorou a estruturação dos agregados de solo, além de ter aumentado a quantidade de matéria orgânica e de glicoproteínas do solo relacionadas à glomalina.

ABSTRACT

One of the great issues of our times has been the disposal of sewage sludge, and one of the best alternatives have been agricultural recycling, which provides nutrients such as N, P and micronutrients for plants grown, and that can act as soil conditioner by improving its structure.

The aim of this study was to evaluate the effect of continued application of sewage sludge, compared to mineral fertilizer on physical and chemical attributes related to soil aggregation.

In an experiment set up in 2001 in an Oxisol of clay with three treatments: L0 (no mineral fertilizer and sewage sludge), L1 (10t/ha with application of sewage sludge) and L2 (with application 10t / ha sewage sludge) samples were collected and analyzed

for particle size and clay dispersion in water, soil glycoprotein related to Glomalin, and aggregate stability in water.

The sewage sludge proved to be a good soil conditioner as it improved the structure of soil aggregates and has increased the amount of organic matter and soil-glycoproteins related to glomalin.

INTRODUÇÃO

Um dos maiores problemas ambientais da atualidade é a disposição final dos resíduos sólidos domiciliares e industriais, sendo que os resíduos de esgoto são os mais problemáticos (ALVES et al., 1999). Há diversas alternativas para a disposição final do lodo de esgoto entre as mais comuns estão: incineração, aterro, disposição no oceano, recuperação de terrenos de mineração, digestão em lagoas e uso agrícola (HARRIS-PIERCE et al., 1995). A reciclagem agrícola é a opção com menos impactos ambientais (ANDREOLI, 1999), desde que aplicada de forma correta (TSUTIYA, 1999). Tal alternativa mostra-se atrativa uma vez que o lodo pode transformar-se numa importante fonte de matéria orgânica e de nutrientes essenciais ao desenvolvimento das plantas, além de melhorar as propriedades físicas dos solos, como o estado de agregação das partículas do solo e, como consequência diminuir sua densidade e aumentar a aeração (MELO & MARQUES, 2000), a capacidade de retenção e infiltração de água (BARBOSA et al. 2002).

Segundo CARVALHO & BARRAL (1981) a adição do lodo de esgoto promove a agregação das partículas, proporcionando melhor aeração para as raízes das plantas. As propriedades físicas do solo sofrem forte influência da matéria orgânica que age no processo de agregação das partículas finas do solo melhorando a estabilidade estrutural e penetração de raízes (MALAVOLTA, 1981). BARBOSA et al. (2002) concluíram que a agregação do solo aumenta de acordo com o incremento da dose de lodo calado, resultados que corroboram aos encontrados por EPSTEIN et al. (1976).

Segundo descoberta recente de Wright & Upadhyaya (1998), os fungos micorrízicos arbusculares (FMA) produzem em seu micélio externo uma glicoproteína (glomalina) que favorece a estabilidade de agregados, corroborando com Rilling et al. (2004). Wuest *et al.* (2005) registraram aumento na produção de glomalina em solo adubado com esterco bovino.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da aplicação continuada de lodo de esgoto, em comparação com a adubação mineral, sobre atributos físicos e químicos do solo relacionados à sua agregação.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado no Centro Experimental Central do Instituto Agrônomo, em Campinas (SP), coordenadas 22°9' de latitude sul e 41°1' de longitude oeste. O clima da região, de acordo com Köppen, é caracterizado como tropical úmido e apresenta duas estações distintas: chuvosa no verão e seca no inverno, com valores médios anuais de 20,5°C para temperatura e 1400mm para precipitação. O período chuvoso ocorre entre os meses de outubro e março, correspondente a 76% do total das chuvas. O solo da área experimental foi classificado como um Latossolo Vermelho eutroférico, de textura argilosa, conforme Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006).

O experimento consta da aplicação anual de três tratamentos: AM = adubação mineral, sem aplicação de lodo, utilizando adubação NPK no plantio e adubação com N em cobertura de acordo com a necessidade da cultura, com base na análise do solo e recomendações técnicas (RAIJ et al., 1996); L1 = lodo de esgoto suficiente para suprir a dose necessária de N para acultura de milho, a qual foi definida em função da análise química do lodo e da necessidade de nitrogênio do milho, utilizando adubação complementar com KCl para fornecer ao solo o valor de K correspondente à adubação mineral; L2 = dobro da dose de LE em L1, e também utilizando adubação complementar com KCl. A primeira aplicação do lodo de esgoto foi realizada no ano de 2001, sendo L1 e L2, respectivamente 10,8 e 21,6 Mg de massa seca de lodo por hectare. O cálculo da dose aplicada no segundo ano incluiu a taxa de 10 % de decaimento do lodo (efeito residual) aplicado no primeiro ano e, assim, as doses L1 e L2 foram, respectivamente, 10,2 e 20,5 Mg de massa seca de lodo por hectare. Nos anos seguintes a dose de lodo foi padronizada em 10,0 e 20,0 Mg de massa seca de lodo por hectare em L1 e L2, respectivamente. A disposição do lodo no solo foi feita manualmente e a sua incorporação, a 0,10 m de profundidade, com o auxílio de enxada. No tratamento AM foram feitas adubações minerais de N (4,8 kg.ha⁻¹), P₂O₅ (48 kg.ha⁻¹) e K₂O (17 kg.ha⁻¹) no plantio e adubação de cobertura com N via uréia (165 kg.ha⁻¹ de N) 30 dias após a germinação. A cultura do milho foi semeada em linhas de contorno, com espaçamento entrelinhas de 0,90 m e 5 plantas por metro, entre 5 a 10 dias após a aplicação do lodo.

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado com três tratamentos, três posições no terreno (superior, médio, inferior) e quatro repetições. As parcelas experimentais estavam no sentido do declive para permitir avaliação de perdas de água e solo por erosão.

As amostras coletadas na camada de 0 a 0,10 m foram acondicionadas em saco plástico formando uma amostra composta de cerca de 5 kg de solo, que foi

homogeneizada apenas durante seu peneiramento para evitar desintegração dos agregados de solo. Imediatamente após a coleta foram encaminhadas para um barracão onde secaram à sombra. Após essa etapa será realizada a separação das frações de agregados do solo utilizando-se um agitador Produtest durante 10 minutos em potência de 200 Watts e frequência constante a 3600 vpm. As malhas das peneiras utilizadas foram 9,52 mm e 4 mm.

Nos anos de 2003, 2005 e 2008 os macroagregados (9,52 mm - 4,00 mm) foram submetidos à análise de estabilidade em água usando um agitador de Yoder, de acordo com o método de peneiramento por via úmida descrito por KEMPER & CHEPIL (1965).

Considerando que a decomposição por microrganismos resulta na formação de diversos compostos importantes na cimentação e estabilização dos agregados (Angers, 1992), foram quantificadas glicoproteínas do solo relacionadas à glomalina por extração, segundo WRIGHT & UPADHYAYA (1996).

O Carbono foi analisado segundo método de Walkey-Black modificado conforme CIAVATTA et al. (1989).

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância com aplicação do teste F, a 10% de probabilidade para atributos físicos e químicos e 5% de probabilidade para extração de PSRB. As médias dos tratamentos foram comparadas por meio da aplicação do teste “t” para 0,05 e 0,10 de significância global. Para essas análises estatísticas foi utilizado o programa Sisvar.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No ano de 2003 verifica-se que a elevação da dose de LE aumentou a quantidade de macroagregados para ambas as camadas, entretanto com diferenças estatisticamente significativas apenas para as classes 9,52-7,93 e 7,93-6,35, DMP e DMG da profundidade de 0-10 cm no tratamento L2.

No ano de 2005 as maiores doses de LE foram responsáveis pelas maiores quantidades de agregados nas maiores classes, com diferenças significativas no DMP e DMG nos três tratamentos e as classes compreendidas entre 9,52 e 2,00 mm para a camada 0-10 cm e tratamento L2.

Nas análises realizadas em 2008 o aumento da dose de LE representou aumento da quantidade de agregados em todas as classes estudadas, entretanto esse aumento só foi estatisticamente significativo para as camadas 9,52-7,93 e 7,93-6,35 nas duas profundidades estudadas.

Com o aumento da dose de LE diminuiu a quantidade de microagregados nos três anos analisados. A comparação de todos os anos de análise de estabilidade de

agregados revela que o ano de 2005 apresentou os melhores resultados, através das maiores quantidades de macroagregados, DMG e DMP principalmente na camada de 0-10 cm, concordando com os resultados de Tsadilas et al. (2005) e Souza et al. (2005). Os aumentos na agregação de partículas e estabilidade de agregados, resultantes da aplicação de LE também foram encontrados por Wei et al. (1985), Isto se deve às aplicações contínuas de LE que possui grandes cadeias carbônicas capazes de se ligarem as partículas minerais formando agregados maiores (TISDALL e OADES, 1982).

A dose de 21,6 ha⁻¹ Mg de LE proporcionou maiores ganhos que a dose de 10,6Mg ha⁻¹, o que se aproxima dos resultados de Albiach (1997) que obteve maior estabilidade de agregados com a aplicação de 24Mg ha⁻¹.

As correlações dos dados de classes de agregados, DMP, DMG e ADA, do ano de 2008 mostram que, para ADA a maior correlação foi com as partículas menores que 0,50 mm. As correlações entre DMP, DMG e algumas classes de agregados mostram-se elevadas uma vez que seus valores fazem parte dos cálculos dos diâmetros médios.

Os resultados das extrações de PSRB revelam que houve diferenças estatísticas entre os três tratamentos (Tukey a 5% de probabilidade). A maior dose de LE foi responsável pelas maiores concentrações de PSRB. Os resultados obtidos estão dentro das faixas citadas por Wright & Upadhyaya, 1998; Wright et al., 1999; Rillig et al., 2001 que vão de 2 a 15 mg Bradford proteína reativa g⁻¹ de solo.

Os resultados das análises de Carbono mostram que houve aumento deste com o aumento da dose de LE.

Tabela 1 – Resultados das análises realizadas.

	DMP			2008		
	2003	2005	2008	C	Proteína	ADA
Camada 0-10cm						
L0	1,921a	2,235a	1,920a		2,50a	43.24b
L1	2,066a	2,978b	2,065a		4,00b	41.23ab
L2	2,482b	3,428c	2,483b	12,72a 15,75ab 17,74b	5,50c	36.28a
Camada 10-20cm						
L0	1,926a	2,336a	1,926a			43,33b
L1	1,941a	2,483a	1,942a			40,72b
L2	2,009a	2,503a	2,009a			10,18a

CONCLUSÃO

O LE atuou como condicionador de solo melhorando sua estrutura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, W.L.; MELO, W.J.; FERREIRA, M.E. Efeito do composto 1 de lixo urbano em um solo arenoso e em plantas de sorgo. *Revista 0,1 Brasileira de Ciência do Solo*, v.23, p.729-736, 1999.
- ALBIACH, R. Estudio de varios índices de actividad biológica del suelo en relación a diferentes aportaciones de enmiendas organicas. [Valencia](#), University of Valencia Publishing Service, 1997. 190 p.
- ANDREOLI, C.V. Uso e manejo do lodo de esgoto na agricultura e sua influência em características ambientais no agrossistema. Curitiba, Universidade Federal do Paraná, 1999. 278p. (Tese de Doutorado).
- BARBOSA, G. M. C.; TAVARES FILHO, J.; FONSECA, I. C. B. Avaliações de propriedades físicas de um latossolo vermelho eutroférico tratado com lodo de esgoto por dois anos consecutivos. *Sanare, Curitiba*, v.17, n.17, p.94-101, 2002.
- CARVALHO, P. C. T.; BARRAL, M. F. Aplicação de lodo de esgoto como fertilizante. *Fertilizantes, Piracicaba*, v. 3, p. 1-4, 1981.
- CIVIATTA, C.; VITTORI, L.A.; SEQUI, P. Determination of organic carbon in soils and fertilizers: Institute of Agricultural Chemistry University of Bologna. *Commun. In Soil Sci. Plant Anal.*; 20: 759-773, 1989.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2a edição. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 2006. 306 p.
- EPSTEIN, E.; TAYLOR, J. M.; CHANEY, R. L. Effects of sewage sludge and sludge compost applied to soil on some soil physical and chemical properties. *Journal of Environmental Quality, Madison*, v.5, n.4, p.422-426, 1976.
- HARRIS-PIERCE, R.L.; REDENTE, E.F. & BARBARICK, K.A. Sewage sludge application effects on runoff water quality in a semiarid grassland. *J. Environ. Qual.*, 24:112-115, 1995.
- KEMPER, W.D.; CHEPIL, W.S. Size distribution of aggregates. In: BLACK, C.A.; EVANS, D.D.; WHITE, J.L.; ESMINGER, L.E.; CLARK, F.E. (Eds.) *Methods of soil analysis – Physical and mineralogical properties, including statistics of measurement and sampling*. Madison: American Society of Agronomy, 1965. p. 499-510. (Agronomy Series, 9).
- MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola: adubos e adubação**. 3.ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981. 596p
- MELO, W.J.; MARQUES, M.O. Potencial do lodo de esgoto como fonte de nutrientes para as plantas. In: BETTIOL, W.; CAMARGO, O.A. (Eds.). *Impacto Ambiental do Uso Agrícola do Lodo de Esgoto*. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2000, p.109-141.
- MIRANDA, J.C.C.; MIRANDA, N.L. Contribuição da micorriza arbuscular para a produtividade e sustentabilidade nos sistemas de produção com Plantio Direto e Convencional no Cerrado. Platina, DF: EMBRAPA Cerrados, 2007. 6p (EMBRAPA Cerrados, Comunicado Técnico 134)
- RAIJ, B van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, A.J. & FURLANI, A.M.C. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. 2º ed. Campinas, Instituto Agrônomo & Fundação IAC., 1996. 285p.
- RILLIG, M.C. 2004. Arbuscular mycorrhizae, glomalin, and soil aggregation. *Canadian Journal of Soil Science* 84:355-363.

SOUZA, Z. M.; BEUTLER, A.N.; MELO,V.P.; MELO, W.J. Estabilidade de agregados e resistência à penetração em Latossolos adubados por cinco anos com biossólido. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.29, n.1, p.117-123, 2005.

TISDALL, J.M.; OADES, J.M. Organic matter and water-stable aggregates in soil. **European Journal of Soil Science**, London, v.3, n.2, p.141-163, 1982.

TSUTIYA, M. T. Tecnologia emergentes para a disposição final de biossólidos das estações de tratamento de esgotos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 20.,1999, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 1999. p.762-770.

WEI, Q.F.; LOWERY, B. & PERTERSON, A.E. Effect of sludge application on physical properties of a silty clay loam soil. *J. Environ. Qual.*, 14:178-180, 1985.

WUEST, S.B.; CAESAR-TONTHAT, T.C.; WRIGHT, S.F. & WILLIAMS, J.D. 2005. Organic matter addition, N, and residue burning effects on infiltration biological and physical properties of an intensively tilled silt-loam soil. **Soil and Tillage Research** 84: 154-167.

WRIGHT, S.F. & UPADHYAYA, A. 1996. Extraction of an arbuscular and unusual protein from soil and comparision on hyphal protein of arbuscular mycorrhizal fungi. *Soil Science* 161:575-586.

WRIGHT, S.F. & UPADHYAYA, A. 1998. A survey of soils for aggregate stability and glomalin, a glycoprotein produced by hyphae of arbuscular mycorrhizal fungi. *Plant and Soil* 198: 97-107.